



البحر فلو جبينه

بمجالها ومقياس الدراسة فيها
وعلاقتها بالعلوم الأخرى

د. طه محمد جبار

يونيو ١٩٨٣ م

شعبان ١٤٠٣ هـ

٥٤

نشرة دورية محكمة تعنى بالبحوث الجغرافية
يُصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

نبذة عن الكاتب

د . طه محمد جاد .
- أستاذ مساعد الجغرافيا بكلية الآداب جامعة الكويت .

من مؤلفاته :

- الجغرافية العربية في القرنين التاسع والعاشر الميلاديين . تعريب وتحقيق . (مع د . عبد الله يوسف الغنيم) .
- نظرة في الفكر الجغرافي الحديث . " منشورات وحدة البحث والترجمة " ، العدد ١٩ ، ١٩٨٠ .
- " الخصائص الجيومورفولوجية لنهر السهل الفيضي " .
منشورات وحدة البحث والترجمة ، العدد ٢٢ ، ١٩٨١ .

أولاً: الجغرافية بمجالها ومقاييس الدراسة فيها

الجغرافية (الجيومورفولوجية) هي أخذ العلوم الطبيعية التي تهتم بالأرض . وتختص الجغرافية بدراسة أشكال سطح الأرض من حيث خصائصها وتطورها وعوامل هذا التطور . والكلمة الإنجليزية هي geomorphology وهي مشتقة من ثلاثة مقاطع يونانية هي geo أي الأرض، و morphos أي شكل و logos أي علم .

وقبل بضعة عقود كانت توجد تسمية هي الفزيوغرافية (physiography) وكانت تحتوي ما تدرسه الجغرافية بالإضافة الى بعض الجوانب المناخية والنباتية وعلم البحار والجغرافية الرياضية . الا أن فروع الفزيوغرافية هذه قد استقلت الى حد كبير ولم يعد لفظ الفزيوغرافية يستعمل حالياً الا فيما ندر . ورغم قلة استعمال ذلك المصطلح واستقلال تلك الفروع فهناك ما ينبغي ذكره عن الجغرافية بوجه خاص . ذلك أنها لا زالت على صلة ببعض الجوانب "الفزيوغرافية" التي تؤثر في تشكيل السطح . ونخص بالذكر هنا بعض عناصر المناخ وخاصة الحرارة والمطر والرياح التي تعد عوامل جغرافية تساهم في تشكيل السطح . أضف الى ذلك مثلاً الغطاء النباتي الذي يساهم وإن كان بصورة غير مباشرة في تشكيل السطح كما يتأثر هو الآخر بأشكال السطح .

ولذلك فينبغي للجغرافي أن يلم بقدر ما يمكن بأصول الجغرافية المناخية والنباتية وجغرافية التربة . هذا فضلاً عما ينبغي الاطلاع به من معرفة أخرى ، خاصة في الجيولوجيا وفي الهيدرولوجيا (علم المياه) وفي الخرائط الكنتورية والجيولوجية والصور الجوية ، وفي أصول الدراسة الميدانية .

وهناك أربعة جوانب رئيسية تنصب عليها الدراسة الجغرافية . وهذه الجوانب هي : البنية والحركات التكتونية ، والعوامل والعمليات الجغرافية السطحية ، وخصائص شكل سطح الأرض ، ثم تطور هذا

الشكل . وسوف نأتي للكلام عن كل من هذه الجوانب بشي من التفصيل بعدد قليل . ومما ينبغي أن يشار إليه هنا أمران . الأمر الأول هو أنه ينبغي أن يلم الجمرفلوجي بعدة جوانب من المعرفة التي تخدم هذه الجوانب الأربعة . وهذه المعرفة تشكيلية من مجموعة العلوم الطبيعية ، فضلا عن الامام بوسائل البحث الكارتوجرافي والميداني كما سبق الذكر . أما الأمر الثاني فهو أن الجمرفلوجي يهتم بموضوعات متنوعة ولكنها متحدة من حيث أنها تبحث في تشكيل سطح الأرض ومقومات هذا التشكيل .

ويسوقنا الكلام عن التنوع في المعرفة التي ينبغي أن يهتم بها الجمرفلوجي الى تساؤل هام . هذا التساؤل هو : هل الجمرفلوجية فرع من الجغرافية أم فرع من الجيولوجية ؟ والحقيقة أن هذا التساؤل قد يجيب عليه الجيولوجي بأن الجمرفلوجية فرع من الجيولوجيا . كما أن الجغرافي يجيب بأنها فرع من الجغرافية . وفي نفس الوقت قد يجيب بعض الجمرفلوجيين بأنها علم لا هو جيولوجي صرف ولا هو جغرافي صرف وينبغي أن ننظر اليه كفرع مستقل .

والواقع أن هناك ما يشير الى أن الدراسة الجمرفلوجية يمكن أن تكون فرعا من الجغرافية ، كما أنها يمكن أن تكون فرعا من الجيولوجيا . ذلك أنها تدرس في الجامعات الأوربية ضمن ما يدرس في أقسام الجغرافية ، بينما تدرس في جامعات الولايات المتحدة عموما ضمن ما يدرس في أقسام الجيولوجيا . ويقول "ثورنبري" - وهو جيولوجي - أن "الجمرفلوجية هي دراسة جيولوجية بصفة أساسية بالرغم من أن بعض هذه الدراسة يتم تحصيله في كل من أوربا والولايات المتحدة كجزء من الجغرافية الطبيعية" .

والحقيقة أنه لا خير في أن تظل الجمرفلوجية كأحد الاهتمامات الجغرافية وكأحد الاهتمامات الجيولوجية في نفس الوقت . فإن سطح الأرض مجال رئيسي للدراسة الجغرافية التي تختص بها الجمرفلوجية . ولا يصح القول بأن الجيولوجيا ينبغي أن تتخلى عن دراسة سطح الأرض وخاصة من النواحي البنيوية . ولعله في تجميع دراسات جمرفلوجية يقوم

(١) . ثورنبري ، رقم ١٢ ، ص ١ .

بها جغرافيون وأخرى يقوم بها جيولوجيون فائدة طيبة لهذا الفرع من العلوم . فلكل من الجغرافي والجيولوجي خلفيته الخاصة التي قد تؤدي الى تنوع طرق البحث وتنوع الاهتمامات التفصيلية . وهذا مما لا شك فيه يساعد على توفير حصيلة متنوعة من البحوث والنتائج الجيومرفولوجية . ومن الصحيح أن طالب الجيولوجيا يتمتع ببعض الدراسات الجيولوجية التي تفيده كجيومرفولوجي أهمها الجيولوجيا الطبيعية والجيولوجيا التركيبية والاستراتجرافيا والصور الجوية . وطالب الجغرافية يتمتع عادة هو الآخر ببعض الدراسات التي تفيده كجيومرفولوجي أهمها المناخ والخرائط الكنتورية والصور الجوية والعصور الجيولوجية فضلا عن دراسته للجغرافية الطبيعية والجيومرفولوجية وبعض الأسس الميدانية قبل التخرج .

وفي ضوء ذلك يمكن القول بأن البحوث الجيومرفولوجية يمكن أن يشارك فيها كل من الجيولوجي والجغرافي على حد سواء . وعلى العموم فإن البحوث الجيومرفولوجية بعد التخرج تتطلب قراءات واسعة والإلمام بوسائل بحث متعددة مما يقرب نسبياً بين الجيومرفولوجي الذي تخرج في قسم الجيولوجيا والجيومرفولوجي الذي تخرج في قسم الجغرافية . ومما يقرب بينهما - فضلاً عن القراءة المشتركة - أن المجال العام للدراسة الجيومرفولوجية واضح نسبياً .

أما عن مجال الدراسة الجيومرفولوجية فتركز معظم الدراسات الجيومرفولوجية على سطح اليابس . أما قيعان البحار والمحيطات فقد أصبحت مجال علم البحار والمحيطات Oceanography . ويتقدم هذا العلم الأخير في العقود الحديثة فلم يعد من السهل للجيومرفولوجيين أن ينادوا بامتداد مجال الجيومرفولوجية لكي يشمل دراسة قيعان البحار والمحيطات . وهذا ليس معناه بطبيعة الحال انعدام الصلة بين هذين العلمين .

وتختص الجيومرفولوجية بدراسة كل أشكال سطح اليابس بمقاييسها المختلفة . ويتراوح اهتمامها ما بين أشكال السطح العالمية كهضاب وسهول الكتل الثابتة وشبه الثابتة ، وجبال ومرتفعات النطاقات الالتوائية الكبرى ، الى الأشكال الدقيقة كشلالات الأنهار (نقط التجديد) والأشكال الناتجة عن تفكك الصخر وتحلله .. الخ .

الا أن الدراسات التي تختص بأشكال السطح الثانوية والأشكال الدقيقة وعوامل تطوير هذه الأشكال تمثل الجزء الأكبر من الاهتمام الجيومورفولوجي . ومن الأمثلة التي تركز عليها الدراسة الجيومورفولوجية الأحواض والشبكات النهرية المتوسطة والصغيرة ، والأودية النهرية ، والمنخفضات التضاريسية ، والمنحدرات الساحلية ، والأودية الجليدية أو التي تأثرت بالجليد .. الخ . كما أنها تركز على كيفية تأثير كل من عوامل التعرية في سطح الأرض . فهي تهتم بكيفية دور كل من الأنهار ، والرياح ، والأمواج ، والجليد .. الخ . في تشكيل سطح الأرض .
والواقع أن تركيز جزء كبير من الدراسات الجيومورفولوجية على الأشكال الثانوية والدقيقة وعوامل وعمليات تطويرها يرجع لعدة أسباب أهمها ما يأتي :

١- تطورت الدراسات الجيومورفولوجية في المائة سنة الأخيرة على أساس الملاحظة والدراسة الميدانية بصفة رئيسية ، ولذلك كانت أغلب الكتابات تهتم بالأشكال الثانوية والدقيقة وكيفية تطويرها . ذلك أن هذه الأشكال يتيسر للباحث ملاحظتها وفحصها ميدانيا على حين أن ذلك يصعب القيام به عند دراسة أشكال السطح الكبرى .
٢- يبدو أن هناك اقتناعا عاما بأنه ينبغي البدء بدراسة الأشكال والظواهر الصغيرة لمعرفة خصائصها وكيفية وجودها قبل التعرض لبحث الأشكال والظواهر الضخمة . ويضاف الى ذلك أن الأشكال والظواهر الكبرى من المعروف أنها أكثر تعقيدا من الأشكال الأصغر عامة . وهذا مما يزيد من صعوبة التعرض لها بشكل تحليلي وأصولي .

٣- مرت الجيومورفولوجية ولا زالت بمناقشات طويلة عن منهج البحث الجيومورفولوجي وظهرت اختلافات واضحة في تفسير كثير من الظواهر . ولذلك فقد امتص قسط وافر من مجهود الباحثين في محاولة التوصل الى معرفة أسلم بالأشكال التفصيلية مع دراسة الآراء المتعددة . وخير ما يوضح ذلك انقسام الجيومورفولوجيين على أنفسهم في العقدين الأخيرين حول مناهج وطرق البحث . هذا فضلا عن شدة التفصيل في الدراسة الجيومورفولوجية أكثر مما سبق . وتهتم الجيومورفولوجية بأربعة جوانب رئيسية سبق التلميح إليها هي :

البنية ، والعوامل والعمليات السطحية ، وخصائص شكل السطح ، ثم التطور الجيومرفولوجي . ولهذا فتعتبر الجيومرفولوجية أحد فروع الجغرافية الطبيعية . وهكذا فلا عجب أن تحتوي كتب الجغرافيا الطبيعية على نصيب وافر من أسس هذه الدراسة . إلا أن هذا النصيب عادة ما يكون أقل تفصيلا مما يرد في الكتب التي تختص بالجيومرفولوجية فقط .

ويلاحظ أن البحث أو الدراسة التي تتضمن التعرض لكل هذه الجوانب أو لمعظمها تعتبر دراسة جيومرفولوجية متكاملة تغطي مجال الجيومرفولوجية . ولكن هناك دراسات تفصيلية للغاية تتناول جانبا أو جزءا من هذه الجوانب . ومن ثم قد توصف وقد لا توصف بأنها دراسة جيومرفولوجية . فالواقع أن هناك كثيراً من الدراسات الدقيقة التي لا يصح أن توصف بأنها جيومرفولوجية بل توصف بأنها جيولوجية ، أو هيدروولوجية مثلاً .

مثال ذلك دراسة الالتواءات أو الانكسارات أو كليهما في منطقة ما . فهذه الدراسة دون أن تربط بأشكال السطح البنوية المصاحبة لها تعتبر دراسة في الجيولوجيا التركيبية ولا يصح اعتبارها دراسة جيومرفولوجية من الطراز الأول . كذلك فإن دراسة معدلات انحدار أحد الأنهار أو معدلات تصريفه تعد دراسة هيدروولوجية أكثر مما هي دراسة جيومرفولوجية . إلا أنه مما ينبغي ذكره أن مثل هذه الدراسات الدقيقة قد يستعين بها الجيومرفولوجي في معالجته لمنطقة ما أو لموضوع ما من حيث أنها تخدم الهدف الأساسي للدراسة الجيومرفولوجية ، ألا وهو دراسة أشكال السطح ومقومات تشكيلها بما في ذلك عوامل وعمليات التعرية .

ويجد الجيومرفولوجي فرصة البحث في عدة جوانب جيومرفولوجية مجتمعة إذا كانت دراسته تختص بمنطقة ما فيما يمكن تسميته بالجيومرفولوجية الاقليمية . ذلك أنه يكون في منطقته بازاء دراسة تتضمن علاقة كل من البنية وعوامل وعمليات التعرية بأشكال السطح فضلا عن تعرضه لتطور هذه الأشكال عادة . كذلك يمكن أن يجد تنوعا في مجال الدراسة في بعض الموضوعات كدراسة التصريف النهري أو دراسة أشكال التعرية الأولية في منطقة ما .

ونظرا لأن الجيومرفولوجي يهتم ببعض الجوانب الأربعة سابقة الذكر فينبغي أن يكون على دراية بأهمية كل منها في الدراسة الجيومرفولوجية .

ويمكن هنا أن نعطي فكرة موجزة عن دور كل من هذه الجوانب .

١- دراسة البنية :

يقصد بالبنية عادة في الدراسة الجمرفلوجية عند الجغرافيين نظام الصخر ونوعه بعبارة أخرى ، هي تشمل نظام الصخر من حيث كونه طباقيا أو غير طباقى ، أفقي الطبقات أو مائل ، يتضمن التواءات وانكسارات أو يخلو منها .. الخ من الخصائص التي تتعلق بالخواص التركيبية والاستراتيجية . كما تشمل نوع الصخر من حيث خصائصه المعدنية الكيماوية وخصائصه الطبيعية ما يؤثر في مقدار مقاومته للتعرية .

وبذلك فإن المقصود بالبنية structure عند الجغرافيين أوسع مما تعنيه هذه الكلمة عادة لدى الجيولوجيين . ذلك أنها لا تعني نظام الصخر فقط أو ما يمكن تسميته بالتركيب عند الجيولوجيين . فهناك فرع من فروع الجيولوجيا يعرف بالجيولوجيا التركيبية الذي يبحث في نظام الصخر من حيث الالتواءات والانكسارات وأفقية أو ميل الطبقات . ومما يحسن توضيحه أن دراسة نظام الصخر لا ينبغي أن تتضمن فقط الوضع الكائن للالتواءات والانكسارات وأفقية الطبقات أو ميلها .. الخ . بل أنها تتضمن كذلك تأثير الحركات التكتونية التي تعرضت لها منطقة الدراسة . وهذه مسألة قد لا يستطيع المبتدئ أن يتبينها جيدا إلا أنها مسألة ذات أهمية في الدراسة الجمرفلوجية .

ولتوضيح التمييز بين هذين الشقين من دراسة نظام الصخر يمكن القول أن دراسة توزيع وخصائص الانكسارات والالتواءات وما يرتبط بها من أشكال سطح في منطقة ما تهتم بالأوضاع الراهنة . أما الحركات التكتونية فهي تتضمن جانبا تاريخيا حيث ينصب الاهتمام على تاريخ حدوث الحركات التكتونية وخصائص هذه الحركات .

وزيادة في التوضيح يمكن القول أنه ليس من الضروري أن تتمثل كل الحركات التكتونية على هيئة انكسارات والتواءات أو تغيير في الأوضاع الصخرية . فهناك مثلا حركات رفع وحركات خفض عامة لا تنعكس في المنطقة بالصورة سابقة الذكر . كما أن ما يوجد من التواءات وانكسارات ليس من الضروري أن تكون قد حدثت دفعة واحدة . وهذا له أهميته

الجمرفلوجية من حيث أنه قد ينعكس في أشكال بنيوية أو في الأشكال التحتاتية في منطقة الدراسة أو في كليهما .

الا أنه مما ينبغي ذكره أنه يمكن معالجة تأثير الحركات التكتونية في تشكيل السطح كعامل مستقل عن دراسة البنية وذلك بحيث تقتصر معالجة البنية على الخصائص الليثولوجية والبنيوية الموجودة ثم يكرس جزء من الدراسة عن الحركات التكتونية . ولا يصح إهمال دور الجانب التكتوني في الجمرفلوجية وخاصة في دراسة المناطق ذات النشاط التكتوني الواضح بالصورة التي ساهمت في تشكيل السطح مساهمة فعالة .

وكما سبق التلميح لا يهدف الجمرفلوجي الى دراسة البنية في حد ذاتها . وإنما يهدف بصفة رئيسية الى بحث تأثير البنية بمعناها الواسع سابق الذكر في تشكيل السطح . ولا يقتصر الأمر على مقدار ارتباط الأشكال الموجودة بالخصائص البنيوية . بل ان هناك من الجوانب البنيوية ما يتصل بالتأثير على قدرة عوامل التعرية ذاتها بمرور الوقت . وقد يهتم الجمرفلوجي على نطاق عالمي بالبنية أو التركيب بحيث تتضمن دراسته القشرة الأرضية ككل وهنا يتطرق الى الدراسات المتعلقة بالقشرة مثل نظرية فجرنر Wegner . وكذلك قد يتناول بعض الدراسات الحديثة وفي مقدمتها ما يعرف بها *plate tectonics* او حركة الواح صخور القشرة . وتعتبر هذه الدراسات بديلا لدراسات "السيما والسيال" التقليدية (١) الا أنه ينبغي القول أن هذه الاهتمامات تدخل أكثر في مجال الجيولوجية التركيبية . ومع ذلك فقد يعرض لها الجيولوجي اذا كان في معرض عام لبحث سطح الأرض كله . ولكن لا يخفى علينا أن هناك بعض الجمرفلوجيين ممن يعتقدون بأن الدراسة الجمرفلوجية ينبغي أن تمتد لتشمل كل سطح الأرض .

وإيجازا لأهمية دراسة البنية هنا يمكن أن نذكر بعض الأمثلة التي توضح ذلك . فمما يوضح أهمية البنية أن هناك مثلا ما يمكن تسميته بأشكال السطح البنيوية أو على الأدق ما يمكن تسميته بالأشكال ذات الخواص البنيوية الواضحة . فإن هناك أشكال سطح تحمل بصورة ملفتة للنظر تأثيرا بنيويا قويا يؤدي الى وصفها بذلك الوصف .

(١) للتوسع في هذه النقطة انظر مثلا : "برادشو" وآخرين ، رقم ٥ ، ص ١٠ - ١٩ .

من أمثلة هذه الأشكال جروف خطوط الإنكسار والأخاديد الإنكسارية ، والحواف الفقرية ridges مرتبطة بسد صخري أو طبقة شديدة الميل وشديدة المقاومة للتعرية .

كذلك يلاحظ أن معظم المكدبات البنيوية تشكل مناطق مرتفعة حتى مع تأثرها ببعض التعرية . كما أن المقعرات البنيوية تشكل عادة مناطق منخفضة سواء تعرضت لبعض التعرية أو لبعض الارساب . ومن الواضح في هذا أن شكل سطح الأرض يتوافق بشكل عام مع الشكل البنيوي في أغلب الحالات .

إلا أن هناك من المكدبات البنيوية ما يتعرض لتعرية شديدة أدت الى إزالة شكله التضاريسي أو حتى الى تعميق منطقة المكدب عن الأرض المجاورة . وتعرف هذه الحالة الأخيرة بالتضاريس المقلوبة . وحتى في هذه الحالة فقد توجد من خصائص السطح ما يشير الى وجود هذه البنية المكدبة المنحوتة . وهذا يعني أن أثر البنية قد يظل واضحا حتى مع إزالة معظم الشكل الأصلي .

كذلك هناك ما يعرف بطبغرافية الكويستا التي لا توجد الا في بنية خاصة حيث تميل الطبقات ميلا طفيفا أو متوسطا . ويساعد شدة وضوح هذا النمط تبادل الطبقات بين شديدة المقاومة وأخرى ضعيفة المقاومة . ومن الصحيح أن هذا النمط التضاريسي لا يظهر الى حيز الوجود الا ببعض التعرية إلا أن التعرية وحدها لا يمكن أن تشكل سطح الأرض بهذه الصورة .

ومن الأمثلة التي توضح أن نوع الصخر ونظامه يؤثران في شكل السطح وجود صخر ضعيف المقاومة يعلوه صخر شديد المقاومة . ففي هذه الحالة يمكن أن يوجد منحدر شديد يظهر في قمته جرف يرتبط بالطبقة الصلبة . أما اذا كان الصخر الضعيف هو الذي يعلو الصخر الصلب فلا يتكو غالبا منحدر شديد ولا جرف بالصورة السابقة ، وهذا مما يوضح أن البنية هي الجانب الرئيسي في وجود هذه الحالة . مثال آخر هو أن الصخور الكلسية تشكل صخرا ضعيفا أمام عمليات الإذابة . من ثم فهي تتميز بوجود أشكال مميزة ناتجة عن هذه العمليات . وليس من الضروري أن تكون هذه الاشكال ناتجة عن الإذابة في العصر الحديث بل يمكن أن تكون ناتجة عن تأثير ظروف رطوبة قديمة . وهكذا يمكن القول

أن نوع الصخر هو جانب حاسم في تكون الأشكال بالإضافة الى ضرورة توفر الرطوبة لاحداث الازابة .

٢- العوامل والعمليات السطحية :

أعطي هذا العنوان ليشمل ما يعرف بعوامل وعمليات التعرية ، ثم بعض العوامل والعمليات الأخرى التي تساهم في تشكيل السطح ولا تدخل عادة ضمن العوامل والعمليات الرئيسية .
ويقصد بعوامل التعرية الرئيسية المجاري المائية ، والمياه الجوفية ، والأمواج والتيارات البحرية ، والرياح ، والثلاجات ه أما عمليات التعرية erosional processes فهي كثيرة جدا . ذلك أن كلا من هذه العوامل يقوم بعدة عمليات . وتوضيحا لمفهوم العملية نذكر على سبيل المثال أن ارتطام المفتتات بجانب المجرى المتعرج يعتبر عملية تساعد فائ تآكل جانب المجرى . واحتكاك المفتتات أثناء نقلها بواسطة المياه عملية . وقفز الرمال بفعل دفع الرياح عملية . . . الخ . الا أنه مما يذكر أن هناك بعض الاختلاف^(١) في المصطلحات الخاصة بعمليات التعرية .

ومما ينبغي توضيحه أنه لا يسهل فصل دراسة عامل التعرية عن العمليات التي يقوم بها ، ذلك أن دراسة خواص العامل تساعد على تبين قدرته على القيام بعمليات معينة تؤثر في تشكيل سطح الأرض بصورة ما . كما أن دراسة خصائص العامل تبين ما اذا كان هو في حالة معتادة من القيام بعمليات معينة أم أنه في حالة غير مألوفة من حيث أنه لا يزاوّل عمليات من المتوقع أن تسود .

فدراسة القطاع الطولي لنهر ما وسرعة التيار يمكن أن تبين ما اذا كان النهر باستطاعته أن ينحت قليلا أو كثيرا ، أو ينقل قليلا أو كثيرا ، أو يرسب قليلا أو كثيرا . بل ان نظام جريان النهر من حيث كونه منتظم الجريان أو يأتي بفيضان عال سنويا قد يرتبط به بعض التفاوت في كمية ونوع الحمولة التي يحملها وفي الارسابات التي يرسبها ، بل وفي تغيير مجراه أحيانا .

(١) ثورنبرى ، رقم ١٢ ، ص ٤٨ .

ومن الدراسات التي تمثل الاهتمام المتزايد بدراسة خصائص الأنهار وقدراتها على الحمل دراسة "ولنج وكليو" ، ومن الدراسات التي سبقتها في هذا المجال دراسات "لانين وشم" W.B.Langbein و S.A.Schum وتهتم هذه الدراسات بنظام جريان الأنهار والأحوال المناخية المؤثرة في هذا النظام وغيرها من العوامل الطبيعية والبشرية التي تؤثر في كمية الحمولة .^(١)

كما أن الجريان الطارئ الذي يحدث في الأودية الصحراوية وشبه الصحراوية يشكل نمطا خاصا من الجريان وأن دراسة هذا الجريان تلقى ضوءا كبيرا على قدرة المياه الجارية على نقل المفتتات بكميات كبيرة نسبيا في العادة في كل مرة . ومن الطبيعي أنه لا يمكن فصل دراسة كمية المياه الجارية (المنصرفة) بعد أحد السيول عن دراسة قدرة هذه المياه على نقل بعض المفتتات . ومن الواضح أن الأمر قد يستلزم كذلك التطرق الى دراسة نظام سقوط المطر في حوض التصريف موضع الدراسة لإلقاء الضوء على معدل تكرار الجريان وقوته .

وكذلك فإن دراسة خصائص الرياح من حيث نسبة هبوبها من الاتجاهات المختلفة وسرعتها بحسب كل اتجاه أمر ضروري جدا في دراسة قدرة الرياح على النحت والنقل والارساب . وعلى سبيل المثال لا يمكن اجراء دراسة متكاملة عن حركة الكتلان الهلالية دون الإلمام بخصائص الرياح من حيث نسبة الهبوب وقوتها بحسب الاتجاهات المختلفة . كما أن تشكيل بعض الأشكال الصغيرة الناتجة عن النحت وبعض الأشكال المختلفة يقوم جزئيا على دراسة خصائص الرياح . مثال آخر يوضح أنه لا يسهل كما لا يستحسن فصل دراسة العامل عن العمليات التي يقوم بها ، ألا وهو طبيعة وفعل الثلجات . فان دراسة خواص الثلجة من حيث أنها جسم صلب يحتوي على شقوق مختلفة تساهم في تفسير كيفية النحت والنقل بل والارساب ، كما أن دراسة تفاوت نهايات الثلجات لأسباب مناخية وتضاريسية أمر ضروري في إلقاء الضوء على توزيع إرسابات الركامات النهائية . . . الخ .

وفضلا عن عوامل التعرية المذكورة المتعارف عليها هناك بضعة

(٢) "ولنج" وكليو ، رقم ١٤ .

عوامل أخرى سطحية لا تسمى بعوامل تعرية . ولكنه يمكن أن تدخل ضمن ما أسميناه بالعوامل السطحية التي تمهد لتشكيل سطح الأرض بفعل عوامل التعرية الرئيسية المتعارف عليها .

تلك هي مجموعة عوامل تساهم في أحداث بعض عمليات التفكك والتحلل الصخري الموضعي . وأهم العوامل الحرارة والمطر وحدوث الصقيع ، والنبات والحيوانات الحفارة ومجموعة من العمليات الكيماوية ، ويضاف الى ذلك فعل الجاذبية .

ويطلق البعض على العمليات المرتبطة بهذه العوامل مصطلح عمليات التعرية الأولية Initial weathering ، وهو مصطلح أوسع مضمونا من مصطلح التجوية أو التفكك والتحلل حيث أن مصطلح التعرية الأولية يشمل فعل كل العوامل السطحية التي لا تدخل ضمن تأثير عوامل التعرية الرئيسية المتعارف عليها . ومن أهم ما يدخل ضمن التعرية الأولية ولا يدخل عادة ضمن عمليات التفكك والتحلل وتأثير الجريان الدقيق من مسيلات دقيقة rills وكذلك ما يطلق عليه الكثيرون الفيضانات الغطائية Sheet floods .

ولعله من المستحسن أن نتوسع قليلا في توضيح تأثير الحرارة لما أثير حولها من شكوك تقلل من أهميتها . كما أن هذه المناقشة توضح أنه ليس من السهل كما أنه من غير المستحسن أن نفصل بين دراسة العامل ودراسة العملية أو العمليات المرتبطة به حتى في دراسة التعرية الأولية . فإن الوقوف على خصائص العامل من حيث أبعاده وقوته واستمراريته .. الخ ضروري لفهم مدى فعالية العمليات المرتبطة به .

وفيما يتعلق بتأثير الحرارة نكتفي بالكلام عن ثلاث نقاط ، الأولى هي القاء الضوء على بعض الشكوك التي أثيرت حول أهمية الحرارة في أحداث التفكك الصخري .

والنقطة الثانية هي طبيعة فعل المدى الحراري اليومي في أحداث التفكك الصخري . والنقطة الثالثة هي طبيعة فعل المدى الحراري السنوي والمدى الحراري المطلق في أحداث هذا التفكك .

ففيما يتعلق بالشكوك التي أثيرت حول أهمية الحرارة في أحداث التفكك الصخري ، فتتلخص في أن هناك بعض البحوث التي أجريت

معمليا لتبين مدى فعالية المدى الحراري في احداث التفكك ، وقد أتت هذه البحوث بنتائج تقلل من أهمية الحرارة في هذا الشأن ^(١) .
ولكن من الأسلم ألا تؤخذ نتائج تلك التجارب على أنها نتائج نهائية ، ومن الأسلم أيضا أن يؤخذ عامل الوقت في الحسبان بدرجة كبيرة من الأهمية . ذلك أن عدد مرات تكرار التمدد والانكماش اليومي في أى قطعة صخرية على سطح الأرض أو في أي ظاهر صخري قد بلغ ٣٦٦٠٠٠ أو نحو ذلك في العصر الحديث وإذا كان المناخ الحالي قد ساد منذ نحو ١٠٠٠ سنة ، وعلى فرض بقاء القطعة الصخرية أو الظاهر الصخري دون تغير في العصر الحديث .

ومن الجدير بالذكر أن المدى الحراري لا يعمل منفردا في احداث التفكك ، بل تساعده عوامل أخرى من بينها عوامل التحلل الكيميائي .
بعبارة أخرى ، فإن تأثير المدى الحراري لا بد أنه ينشط بنشاط عوامل التحلل .

ولتأكيد دور المدى الحراري في احداث التفكك ينبغي أن نذكر أن هناك من القطع الصخرية التي تتصف بعدم النفاذية وعدم المسامية وأهمها قطع الصوان flint مما يلاحظ تفككها الى قطع أصغر . وتشير خصائص هذه القطع الى قلة تأثير التحلل وتعرضها فقط لتأثير المدى الحراري مما يعضد أهمية الحرارة في احداث التفكك الصخري .
أما عن طبيعة فعل المدى الحراري اليومي فمن المعروف أن القطعة الصخرية الواحدة أو الظاهر الصخري الواحد لا يتكون من معدن واحد . ومهما قلنا أن هناك عروقا معدنية تتكون من معدن واحد فهي دائما لا تخلو من الشوائب ، أي أنها تختلط بمعدن أو بمعادن أخرى . ونتيجة لهذا التنوع فإن هناك تنوعا في الاستجابة لارتفاع الحرارة وانخفاضها .
فهناك من المعادن ما ترتفع حرارته بسرعة بارتفاع درجة الحرارة مما يؤدي الى تمدد مكوناته أكثر من غيره من المعادن ، وهكذا فإن تنوع معادن القطع والظواهر الصخرية يعني تفاوت التمدد والانكماش بارتفاع وانخفاض درجة الحرارة . ويتكرر هذه العملية يضعف الصخر مما يؤدي الى تفككه في صورة ما وبمساعدة عمليات أخرى .

(١) يمكن الرجوع الى ملخص لهذه الدراسات في " سباركس " ، رقم ١١ ، ٢٢ - ٢٦ ، وأيضا شاهين ، ٢ ، ص ٩٥ - ٩٦ .

كذلك فإن المدى الحراري يتركز تأثيره في السمك السطحي من الصخور ويقل بصورة سريعة بعد السنتيمترات الأولى من السطح الخارجي . وإن تركّز فعل المدى الحراري في السمك الخارجي من الصخور يجعل هذه الأجزاء الخارجية عرضة للتفكك الميكانيكي وخاصة التقشر .

ومن الطبيعي أن يكون تأثير المدى الحراري اليومي أكثر تكرارا من تأثير المدى السنوي والمدى المطلق اللذين ستأتي الإشارة إليهما بعد قليل . ذلك أن التمدد يحدث أثناء النهار وخاصة بعد الظهيرة والانكماش يحدث ليلا وخاصة عند الفجر ، أي يحدث كل من التمدد والانكماش مرة واحدة كل يوم .

أما عن طبيعة فعل المدى الحراري السنوي والمدى المطلق فهي تشبه طبيعة فعل المدى الحراري اليومي في أحداث التمدد والانكماش بدرجات متفاوتة بحسب أنواع مكونات الصخور ، وفي السمك الخارجي من الصخر . ولكن الاختلاف يكمن في جانبيين . الجانب الأول هو كبر المدى السنوي والمدى المطلق مما يخضع مكونات الصخور وأجزائها السطحية لتمدد وانكماش أوسع نطاقا . والجانب الثاني هو أن المدى السنوي والمدى المطلق أقل تكرارا بطبيعة الحال .

ومما ينبغي ذكره أن المدى السنوي والمدى المطلق يكونان دائما أكبر بكثير من المدى اليومي بصورة تجعلنا لا نهمل أهميتهما . ذلك أن أقصى تمدد في مكونات الصخر ، وأقصى انكماش ، من المؤكد أنهما يحدثان بفعل المدى السنوي وبفعل المدى المطلق وليس بفعل المدى الحراري اليومي كما سبق القول .

وتتلخص أهمية دراسة العوامل والعمليات السطحية في أنها المسئول الرئيسي عن تشكيل كثير من أشكال السطح وخاصة الثانوية منها ، كما أنها مسؤولة عن التعديلات التي أصابت ما يسمى تجاوزا بأشكال السطح البنيوية . فالواقع أنه لا توجد أشكال سطح في صورتها البنيوية الأصلية . بل أن جميع أجزاء سطح الأرض تعرضت للتعرية بصورة ما .

وفضلا عما أنجزته العوامل والعمليات السطحية وخاصة عوامل وعمليات التعرية الرئيسية في الماضي فإن تعرض سطح الأرض لعامل أو

لآخر لا يتوقف . فالأنهار تنحت وتنقل وترسب وكذلك الرياح والجليد والأمواج . وأن دراسة فعل هذه العوامل في منطقة ما يوفر بيانات طيبة للنواحي التطبيقية فضلاً عن أهمية الأكاديمية .

كما أن دراسة ما يوجد من عوامل وعمليات سطحية بمنطقة ما مع مقارنتها بأشكال السطح الموجودة قد يساعد على تتبع ما إذا كانت هذه الأشكال من فعل هذه العوامل والعمليات الراهنة أم أنها من فعل عوامل وعمليات أخرى . ومما يفيد في هذا المجال توفر بيانات ودراسات عن العوامل والعمليات في مناطق مختلفة من سطح الأرض . فإن توفر هذه البيانات يساعد على إجراء دراسات مقارنة لتوضيح تلك المسألة سابقة الذكر .

٣- شكل السطح:

تمثل دراسة منحدرات (سفوح) سطح الأرض جانبا رئيسيا في الجيومرفلوجية . وقد خطت دراسة المنحدرات خطوة كبيرة وخاصة بالاعتماد على الدراسة الميدانية . وتهدف دراسة المنحدرات الى تبين أقسام الانحدار المختلفة ودرجات انحدار كل من هذه الأقسام مقاسة في الطبيعة . ويربط هذه الأقسام بالمفتتات الموجودة وبالصخر الأصلي يمكن تبين ما إذا كانت هذه الأقسام تتوافق مع عوامل التعرية الموجودة أم لا . ومن ثم يمكن التعرف على العوامل والعمليات التي اشتركت في تطوير المنحدر . كما تهدف دراسة القطاعات الى التوصل الى الكيفية التي تتراجع بها المنحدرات .

والى جانب الاعتماد على الدراسة الميدانية في قياس قطاعات من الطبيعة يمكن كذلك الاعتماد على الخرائط الكنتورية التفصيلية (كبيرة المقياس) في بعض جوانب دراسة الانحدار . وكذلك في بعض جوانب أخرى عن شكل السطح . ومن أهم أوجه تحليل الشكل من الخرائط الكنتورية تحليل القطاعات التضاريسية بأنواعها المختلفة ، والمنحنيات الهيسوجرافية التي توضح نسبة المساحات المختلفة ويمكن للتوسع في ذلك الرجوع الى كتابات أخرى^(١).

(١) مثلاً شاهين ، رقم ، المقال الثالث ، وأيضاً جاد ، رقم ٨١ .

كذلك يمكن الاستعانة بالخرائط التفصيلية والصور الجوية والدراسة الميدانية في عمل تصنيفات للأشكال الثانوية بحسب أصولها أو بحسب العامل الرئيسي الذي شكلها . مثال ذلك أصناف الأودية النهرية ، وأنماط التصريف النهرية ، وأصناف الأشكال الناتجة عن نحت ونقل الرياح ، والأشكال الكارستية وشبه الكارستية (أي التي تعزى لازدابة الصخور الكلسية) .. الخ . ومن الصحيح أن هذه التصنيفات لا تدخل تماما في الاهتمام بدراسة الشكل بالمعنى الحديث بل هي تدخل ضمن التصنيفات الأصولية ، الا أنه مع ذلك يمكن اعتبارها تصنيفا للشكل بمعناه الواسع وعلى أساس أصولي . وهذا الشق من الدراسة الجيومرفولوجية يعتبر على درجة كبيرة من الأهمية وخاصة فيما يتعلق بالربط بعوامل وعمليات التعرية السائدة من ناحية وبالربط بالتطورات السابقة من ناحية أخرى .

ومن الجدير بالذكر أنه أصبح هناك ما يعرف بالخرائط المرفولوجية Morphological Maps التي تبين أقسام وخصائص الانحدار فقط بمجموعة خاصة من الرموز الخطية ، وبذلك فإنه لا يصح أن يطلق على أي خريطة تبين بعض المظاهر الجيومرفولوجية مصطلح "خريطة مرفولوجية" . بل يستحسن تسميتها اما بخريطة جيومرفولوجية ، أو بحسب الموضوع الدقيق الذي توضحه .

ومن الذين اهتموا بدراسة الشكل بالمعنى الحديث أ . "ينج" . A. Young ، "ووترز" Waters ، "سافيجير" Savigear ، و"بتي" Pittry . وقد طور "ووترز" و"سافيجير" طريقة الخرائط المرفولوجية بمعناها الحديث بحيث أصبحت تظهر في بعض الكتابات العامة ^(١) . ومن الكتابات الهامة التي تفيد كثيرا في دراسة الشكل ما نشره معهد الجغرافيين البريطانيين (I.B.G) عام ١٩٧١ . ^(٢)

(١) انظر مثلاً "كلوز" و "كمفرت" ، رقم ٦ ، ص ٤٥ .

(٢) I. E. G.

٤ - التطور الجيومورفولوجي :

تعتبر الدراسة الجيومورفولوجية دراسة لتطور أشكال سطح الأرض وتطور عوامل تشكيلها . هذا مع ملاحظة أن هذا التطور قد يكون بسيطا نسبيا ولم يستغرق الا وقتا قصيرا في بعض الحالات وقد يكون معقدا وطويلا في حالات أخرى . ويعرف البعض الجيومورفولوجية بأنها دراسة أشكال السطح الراهنة والعوامل التي اشتركت في تشكيلها . ولكن نظرا لأن أشكال السطح الراهنة لم تتكون فجأة فيلاحظ أن الجانب التاريخي له دوره في الدراسة . ذلك أن أي شكل من أشكال السطح تطور عن شكل آخر أقدم . وعموما يمكن القول أن الأشكال الناتجة عن النحت تزداد كبرا واتساعا كالأودية والمنخفضات بينما تنكمش الأشكال المتخلفة بمرور الوقت . مثال ذلك أراضي ما بين الأودية والتلال المنعزلة monadnocks وغيرها . وفيما يلي بعض الأمثلة لظواهر ذات أهمية تاريخية وتطورية . هناك من أشكال السطح الثانوية ما يعد ذا أهمية خاصة في تتبع التغيرات التي حدثت في المنطقة أو الأشكال المجاورة أو حتى في قدرة أو طبيعة عامل التعرية . فمثلا تعد المصاطب النهرية من أشكال السطح الهامة في توضيح التطورات التي حدثت بالوادي التي يضمها وبخاصة فيما يتعلق بخصائص النهر كعامل تعرية . ولايتوقف دور المصاطب عند هذا الحد . بل انها يمكن أن تشير الى التغيرات المناخية القديمة مما يعتبر متفاعلا مع الدراسة الجيومورفولوجية .

كذلك فان المصاطب البحرية يمكن أن تفسر بعض تغيرات مستوى سطح البحر المجاور . وإذا ربطت المصاطب البحرية بالمصاطب النهرية لنهر أو أكثر مما ينتهي الى البحر في نفس المنطقة فان ذلك يساعد أكثر على تتبع تغيرات مستوى سطح البحر . وما قيل عن المصاطب البحرية يمكن قوله تقريبا عن المصاطب البحرية .

مثال آخر هو أنماط التصريف النهرية المميزة التي تتصف بمظهر غريب يختلف عن النمط الشجري بوجه خاص . فهناك مثلا التصريف الدائري أو الحلقي Annular drainage ، ويشير وجوده في منطقة ما الى وجود قبة التوائية ربما تطور عليها التصريف من اشعاعي الى حلقي . ومن الجدير بالذكر أنه ربما يوجد التصريف الحلقي دون وجود

تضاريس بارزة في صورة حواف أو كويستات حلقية جيدة الوضوح . وقد لوحظت هذه الحالة كآثار لقبة التوائية لا يشير إليها الا التصريف الحلقي على اللوحات الطبغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠ ، وذلك الى الشمال الشرقي من مدينة الرياض بنحو ٧٠ - ٨٠ كم . ومن الواضح أن هذا مثال جيد يلقي الضوء على وجود القبة جيولوجيا أسفل السطح ، مع عدم وجود بقايا جيدة لها على سطح الأرض .

كذلك فان نمط التصريف المعكوس أو المسنن barbed يعتبر من أهم علامات الأسر أو التحويل النهري . وهو يشير الى أن اتجاه خطوط التصريف الثانوية كانت تتصل بمجرى رئيسي يختلف اتجاه تصريفه عن اتجاه تصريف المجرى الرئيسي الحالي . ويشير هذا النمط الى حدوث أسر نهري خطي ، أو خطي تطور الى عمودي أو ما يقرب من العمودي وخاصة اذا وجد ما يعرف بكوع الأسر .

وإن دراسة بقايا ظاهرة الأسر النهري تمكن من تتبع الحوادث والتغيرات التي حدثت في الأودية النهرية التي تطور بينها الأسر . وكثيرا ما يمكن التمييز بين الأسر النهري والتحويل النهري من حيث الأسباب والنتائج . وفضلا عن احتمال التوصل الى عوامل مباشرة لحدوث الأسر أو التحويل كالتفاوت في قوة النحت الرأسى خاصة وسرعة التراجع جهة المنبع بالنسبة للأسر ، وغير ذلك بالنسبة للتحويل ، فانه يمكن أيضا التوصل الى أسباب غير مباشرة كالاختلاف في ظروف مستوى القاعدة ، أو في الظروف المناخية .. الخ وهذا يعني أن كلا من الأسر النهري والتحويل النهري يشير الى تطورات خاصة قديمة تحتانية أو تحتانية وتكتونية .

كذلك فان الجزء المناضل (السالف) antecedent section من بعض الأنهار يعتبر مثالا جيدا يتضمن جانب التطور في الدراسة الجيومرفولوجية . ويقصد بالجزء المناضل جزء من نهر تآثر بحركة رفع محلية أو بانكسار جانبه المرتفع جهة المصب أو غير ذلك مما يشكل عقبة ناضل النهر من خلال النحت الرأسى لعبورها والحفاظ على اتجاه جريانه . وان خصائص القطاع العرضي للوادي في الجزء المناضل لا يمكن تفسيرها الا بدراسة طبيعة العقبة التي تغلب عليها النهر . ومن الواضح أن هذه الحالة توضح أن هناك تفسيراً متبادلاً

بين الظاهرة الجيومرفولوجية والتطور التكتوني .
وأيضا فإن النهر أو الجزء المنطبع
superimposed section من بعض الأنهار يتضمن جانب
التطور . ويقصد بالجزء المنطبع جزء من نهر يظهر فيه أن النحت الرأسى
قد جعل ذلك الجزء من النهر يصل الى تضاريس قديمة كانت مدفونة
أسفل التكوينات العليا التي شق النهر فيها واديه أول الأمر . ومن
الواضح أن الجزء المنطبع يكون بذلك قد قطع سطح التوافق وهو السطح
الفاصل بين التضاريس المدفونة وبين التكوينات العليا التي نحت فيها
النهر واديه .

وفضلا عن هذه الأمثلة فهناك أمثلة أخرى عديدة يمكن ذكرها
لتأكيد أهمية جانب التطور في الدراسة الجيومرفولوجية ، نذكر منها على
سبيل المثال دون تفصيلات ظاهرات صغيرة أو محدودة نسبيا ولكن لها
دورا هاما في توضيح التطورات القديمة . فمثلا ظاهرة التخطي
overlapping كما في شرق السعودية بين بعض التكوينات الثلاثي ،
وحول منطقة أبو رواش الى الشمال من هضبة اهرامات الجيزة ، وما
يوجد بالضرورة من سطوح عدم التوافق في مناطق التخطي ، وكذلك
تكوينات البريشيا والكنجلومريت التي ترتبط عادة بسطوح عدم التوافق ،
كلها ظاهرات لها أهمية بالغة في دراسة التطور الجيومرفولوجي . كذلك فإن
الحصى والزلط الناري الذي يوجد في مصاطب النيل وفي شمال شرق
السعودية وشمال غرب الكويت يشير الى احتمالات تطور معينة بعضها
معروف وبعضها يستلزم مزيدا من البحث . كذلك فإن التلال الينبوعية
التي توجد في منخفض الداخلة ومنخفض الخارجة في مصر تشير الى
ارتفاع مستوى الماء الجوفي ربما في أواخر الزمن الثالث نتيجة لوفرة
الرطوبة في مناطق جنوبية بالاضافة الى ارتفاع سطح البحر وخاصة في
البلايوسين ^(١) .

ولعله من المستحسن أن نشير هنا الى أن معرفة عمر صخور المنطقة
التي تدرس جيومرفولوجيا أمر ضروري في دراسة التطور منذ أول الأمر .
ومن المعروف أن تحديد عمر الصخور هو من عمل الجيولوجي التاريخي

(١) للتوسع في هذه المسألة انظر جاد ، رقم ٢ ، الفصلان الخامس والسادس .

أو علماء الحفريات palaeontologists وليس من عمل الجمرفلوجي . ومع ذلك فينبغي للجرمرفلوجي أن يستعين بالخرائط الجيولوجية التفصيلية وما قد يرافقها من تقارير ، وكذلك بالاتصال الشخصي لمعرفة أعمار الصخور التي تتكون منها منطقته ، وكذلك التأكد من أمور أخرى عن نوع الصخر بصفة خاصة . فذلك مما يعتبر ضروريا في بعض الحالات لتفهم التطور الجمرفلوجي على نحو سليم .

الا أنه مما يذكر أن كثيرا من مسائل البحث الخاصة بالتطور الجمرفلوجي تعتبر من الأمور الصعبة . هذا لدرجة أنه يمكن أن يوجد خلاف أو تفاوت بين الدارسين فيما يتعلق بالتطور الجمرفلوجي لمنطقة ما . بل قد يمتد هذا التفاوت أو الاختلاف الى التعرض لبعض المبادئ أو الفروض العامة مثل كيفية تراجع المنحدرات بما في ذلك ما يعرف بالبيديمنت . كذلك هناك مثلا بعض التفاوت فيما يتعلق بالدورة الجغرافية أو دورة التعرية التي افترضها "ديفز" W.M.Davis . الخ . ولتبين بعض الاختلافات في وجهات النظر فيما يتعلق بالفروض العامة يمكن مثلا مقارنة آراء "ديفز" بآراء "بنك" penck فيما يتعلق بدورة التعرية . ويمكن كذلك مراجعة ما كتبه "كنج" L.C.King فيما يتعلق بكيفية تراجع المنحدرات ومقارنته بما كتبه كل من "ديفز" و "بنك" .

أما عن مقياس الدراسة الجمرفلوجية فتتفاوت أبعاد الموضوعات في الدراسة الجمرفلوجية كتفاوتها في بقية الدراسات الجغرافية تفاوتا كبيرا . وإذا اتفقنا على أن الجمرفلوجية تهتم باليابس فقط فاننا حتى مع ذلك نكون بازاء مساحات شاسعة شديدة التباين من جزء لآخر . وفضلا عن هذا فاننا بازاء موضوعات دراسية متعددة ومتداخلة مع علوم أخرى كما تبين . وقد أوجزنا من قبل هذه الموضوعات في أربعة فقط لمجرد تبسيط عناصر الدراسة الجمرفلوجية .

فالجانب الرابع منها مثلا وهو تطور أشكال السطح يتضمن التعرض عادة لدراسات عديدة . كما يختص بوقت جيولوجي طويل قد يكون عشرات الملايين من السنين، عادة ما تتضمن حوادث وتغيرات عديدة ومعقدة . وحتى لو وافقنا الأستاذ "ثورنبرى" على مبدئه السابع وهو أن "قليلًا من تضاريس الكرة الأرضية أقدم من الزمن الثالث ومعظمها لا يرجع لأقدم من البليستوسين" فإن ذلك يعتبر وقتا طويلا

جدا . هذا وبخاصة وأن " التعقيد في التطور الجمرفلوجي أكثر شيوعا من البساطة " (١).

الجمرفلوجية اذن بازاء اتساع كبير جدا من حيث الامتداد المكاني . وهي بازاء تنوع شديد وتداخل من حيث موضوعات الدراسة . كما أنها عادة ما تعرض للتطورات التي حدثت في وقت طويل وهي عادة تطورات معقدة .

وفضلا عن ذلك فالدراسة الجمرفلوجية تهتم أيضا بتفصيلات شديدة أو جوانب أصغر مقياسا بكثير جدا مما يدرس على مستوى العالم أو على مستوى قاري . مثال ذلك عمليات التعرية الأولية في منطقة صغيرة ، أو الأشكال الناتجة عن هذه العمليات ، أو النحت والارساب في احد الثنيات النهرية ، أو كيفية نمو التموجات الرملية الدقيقة أو الكثبان الهلالية في الصحاري الرملية .. الخ .

ونظرا لشدة التفاوت في مقياس الموضوعات الدراسية فانه يمكن أن نجد تفاوتا في المنهج الدراسي ووسائل البحث التي تتبع في البحوث والمؤلفات الجمرفلوجية . فاذا كنا بازاء دراسة جمرفلوجية عن العالم في كتاب فليس من المعقول أن يقوم مؤلفه بدراسات ميدانية مثلا لأجزاء العالم المختلفة . بل ليس من الممكن أن يفحص الخرائط الكنتورية والصور الجوية للعالم بالمقاييس الكبيرة التي تناسب الدراسات التفصيلية .

ويمكن قول ذلك عن الدراسات التي تجرى عن مساحات أصغر كأجزاء من القارات أو لدول متوسطة المساحة . ومن الصحيح أنه يمكن التغلب على ذلك نسبيا بالاعتماد على نتائج الدراسات السابقة . الا أنه مع ذلك يمكن ملاحظة تفاوت كبير في النهج المتبع وطرق البحث بين الدراسات التي تتناول مناطق كبيرة وتلك التي تتناول مناطق صغيرة أو موضوعات دقيقة .

فالمألوف عادة أن تستخدم في الدراسة الجمرفلوجية للمناطق الصغيرة والموضوعات الدقيقة وسائل بحث كارتوجرافية وميدانية ومعملية لا تتبع في الدراسات الأوسع . ويتضح هذا اذا ماقورنت البحوث

(١) للتفصيلات عن الميدان السادس والسابع للأستاذ " ثورنبرى " انظر " ثورنبرى " ،

رقم ١٢ ، ص ٢٢ - ٢٧ .

والمقالات والرسائل العملية بالدراسات التي تختص بمناطق واسعة من العالم أو عن العالم . ومع ذلك فمما يذكر أن هذا هو من طبيعة الدراسة الجغرافية عامة رضي الجغرافيون أم لم يرضوا . وهي مهمة لا شك صعبة ولكنها ضرورية للتعرف على سطح الكوكب الذي نعيش فيه بتفصيلاته المختلفة .

الا أنه مما ينبغي أن ينبه اليه هنا أن دراسة المناطق الصغيرة أو الموضوعات التفصيلية بوسائل البحث الكافية والمناسبة تعتبر ذات أهمية علمية خاصة على غير ما هو الحال بالنسبة للمناطق الشاسعة . ومرجع ذلك أن دراسات المناطق الصغيرة والموضوعات الدقيقة تتضمن عادة دراسة عملية وميدانية عن كثب . ولهذا فالنتائج قد تكون صحيحة أو قريبة من الحقيقة .^(١) أما الدراسات التي تقوم على تجميع ما سبق من دراسات فلها قيمتها ولكنها لا تضيف معلومات جديدة وإن كانت لها أهميتها أحيانا في المقارنات والتنظير والفلسفة . كما أنه ينبغي النظر إليها كدراسات تتضمن تعميمات تعتبر ضرورية في العادة سواء لتسهيل رسم الخرائط المرافقة ، أو لإيجاز ما هو مطلوب شرحه في كتب بالحجم المألوف .

(١) "كلوز" ، "كمفرت" ، رقم ٦ ، ص ٨٧ .

ثانياً : صلات الجغرفلوجية

١ - صلة الجغرفلوجية بالجغرافيا المناخية

سبق أن عرضنا بايجاز لعلاقة الجغرفلوجية بكل من الجغرافية والجيولوجية من حيث تبعيتها لكل من هذين العلمين . وقد خلصنا الى أنه لا ينبغي معارضة استمرار وصفها كفرع تدرسه أقسام الجغرافية كما تدرسه أقسام الجيولوجية . ذلك أنه ينبغي الافادة بالمناهج والخلفيات المتفاوتة في هذا الفرع الذي يتميز بتعدد واتساع مجالات البحث . وبغض النظر عن مسألة تبعية أو استقلال الجغرفلوجية فهذا الفرع من العلوم صلة بعدة علوم أخرى في مقدمتها الجغرافية والجيولوجية كما تبين . ولتتضح أكثر قيمة العلاقات بين الجغرفلوجية وبقية العائلة الجغرافية يمكن أن توضح طبيعة هذه العلاقة ولو بحسب المواد الجغرافية التي تدرس عادة على المستوى الجامعي .

ويمكن أن نوجز ذلك بحسب بعض المقررات التي تدرس في معظم أقسام الجغرافية . فمن هذه المقررات : الجغرافية المناخية ، والخرائط (الكنتورية والجيولوجية والصور الجوية) ، والجغرافية الطبيعية ، ثم هناك عادة بعض التدريب على الدراسة الميدانية . وفضلا عن هذه المقررات الرئيسية التي لا يغيب أي منها عن أي من أقسام الجغرافية تدرس بعض الأقسام مقررا عن الزمنين الثالث والرابع ، ويدرس بعضها مقررا عن المياه ، ويدرس بعضها مقررا عن جغرافية التربة .. الخ . ولجميع هذه المقررات صلة وثيقة جدا بالدراسة الجغرفلوجية . ونكتفي هنا بابرار العلاقة بين الجغرفلوجية ومقررين فقط ما ذكر أولا . والهدف الرئيسي من وراء ذلك ألا يغيب عن الذهن قوة وضرورة العلاقة بين المقررات التي تدرس من حيث أن كلا منها يخدم الآخر . وكلها تخدم الحصيلة الجغرافية مما لا مجال للخوض فيه الآن .

١- صلة الجمرفلوجية بالجغرافية المناخية :

مما تركّز عليه الجغرافية المناخية هو دراسة عناصر المناخ ، مع توزيع ذلك في أجزاء العالم ، وإذا بدأنا بعلاقة عناصر المناخ بالجمرفلوجية يبرز مباشرة أن بعض العناصر المناخية هي ذاتها بعض ما يدخل ضمن ما أسمى بالعوامل الجمرفلوجية السطحية التي تتضمن بصفة رئيسية عوامل وعمليات التعرية . فالرياح عنصر مناخي وهي عامل تعرية هام . ومن الصحيح أن دراسة الرياح من الوجهة المناخية يختلف قليلا عن دراستها كعامل جمرفلوجي ، إلا أن هناك كثيرا من الأسس التي ينبغي دراستها في هذين الفرعين ومن أهمها السرعة ونسب الهبوب من الاتجاهات المختلفة .

كذلك فإن التساقط هو أحد عناصر المناخ . ويعتبر المطر الذي يمثل أهم صور التساقط أحد العوامل الخارجية الهامة التي تساهم في تشكيل سطح الأرض . ومن الصحيح أنه لا يصنف كأحد عوامل التعرية *erosional agents* إلا أن هذا التصنيف لا يعني أنه لا يمدد لتشكيل سطح الأرض . فله تأثير ميكانيكي وتأثير كيميائي على الصخور والمفتتات التي تغطي السطح . كما أن دراسة المطر مثلا من حيث كمية السقوط في اليوم الواحد أو في الساعة ان أمكن يمكن اعتبارها دراسة مناخية وهيدرولوجية، وهي كذلك دراسة جمرفلوجية . كذلك فإن دراسة عدد مرات حدوث الندى وكميته ، وعلاقة ذلك بالرطوبة النسبية تدخل ضمن الاهتمامات المناخية . وكذلك هي من الاهتمامات الجمرفلوجية في نفس الوقت لما لها من أهمية في تبين بعض العمليات الخارجية ضمن ما يعرف بالتفكك والتحلل *Weathering* بصفة خاصة .

ومن الصحيح أن هناك كما سبق القول بعض الاختلاف في وجهات النظر عن دور المدى الحراري في التفكك الصخري . إلا أن الأدلة الميدانية تشير إلى مساهمة التمدد والانكماش بفعل تفاوت الحرارة (المدى الحراري) في حدوث التفكك الصخري . وغني عن الذكر أن الحرارة عنصر مناخي وأن دراسة المدى الحراري هو دراسة مناخية كما تعتبر دراسة ذات طابع جمرفلوجي في ضوء ما ذكر .

وفضلا عن هذا الاشتراك في دراسة بعض العناصر المناخية بالتفصيل لأهميتها الجمرفلوجية فإن التوزيعات المناخية الإقليمية والعامّة

لها أهمية جمرفلوجية . وباختصار يمكن القول أن هناك علاقة بين توزيع العناصر المناخية والتأثير الجمرفلوجي لهذه العناصر كعوامل خارجية تعمل في الوقت الحاضر في تشكيل السطح . ومما يذكر أن دراسة التوزيع هي من عمل الجغرافيين في المقام الأول . ومن الجدير بالذكر هنا أيضا أنه يوجد اهتمام في الجمرفلوجية يعرف بالجمرفلوجية المناخية . climatic geomorphology . وهو يبحث تأثير العناصر المناخية بصفاتها عوامل خارجية جمرفلوجية . ولذلك نجد كتباً وبحوثاً في هذا المجال مثل كتاب "بيرو" عن دورة التعرية في الظروف المناخية المختلفة .^(١) كما أن المبدأ التاسع^(٢) من مبادئ "ثورنبري" Thornbury يوضح أهمية المناخ في دراسة أشكال السطح .

ب - صلة الجمرفلوجية بالخرائط

تتضمن الخرائط الكنتورية والخرائط الجيولوجية والصور الجوية . وتعتبر هذه الجوانب الثلاثة وسائل بحث أساسية في الدراسة الجمرفلوجية وخاصة فيما يتعلق بدراسة شكل سطح الأرض . فهذه الوسائل الثلاثة إلى جانب الدراسة الميدانية تشكل الدعائم الرئيسية لكثير من البحوث الجمرفلوجية الأصلية .

وما يمكن إيجازه هنا أنه عن طريق الخرائط والصور الجوية الخاصة بمنطقة ما يمكن التوصل إلى بعض الحقائق الأساسية وإلى بعض الاحتمالات الخاصة بأشكال السطح في المنطقة . فمن الحقائق الأساسية التي يمكن التوصل إليها بهذه الوسائل فقط ما يوجد من أشكال سطح بنيوية Structural land-forms أو على الأدق ذات تأثير بنيوي ، ذلك أنه يمكن فحص شكل السطح وفحص البنية ومن ثم يمكن تصنيف ما قد يوجد من أشكال في ضوء ما هو معروف عن التصنيف بحسب عناصر البنية .

ومن أمثلة ما يمكن التعرف عليه بواسطة هذه الوسائل فقط أنماط

(١) "بيرو" ، رقم ٤ .

(٢) "ثورنبري" ، رقم ١٢ ، ص ٢٨ .

التصريف النهري ، والمحدبات والمقعرات سواء كانت منحوتة أو غير منحوتة ، والكويستات والهوج باك والحواف الفخرية ، وربما يمكن تبين الانزلاقات الضخمة ، والمروحات وغيرها . كما أنه يمكن التعرف على الأقسام الكبرى للمنحدرات ووصفها من حيث الاستقامة والتععر والتحدب .

وفضلا عن ذلك فتظهر من خلال هذه الوسائل بعض الاحتمالات عادة ما يتطلب دراسة ميدانية ودراسات أخرى كتحليل عينات صخرية أو عينات من المفتتات السطحية . ومن أمثلة الاحتمالات التي قد تظهرها هذه الوسائل وتستلزم دراسة ميدانية تفصيلية ما يتعلق بالأجزاء المناضلة (السالفة) ، والأجزاء المنطبعة من الأنهار . وكذلك بعض أنماط التصريف الدقيقة التي قد ترتبط بالمفاصل (الفواصل) joints ، وبعض المصاطب النهرية ونقط التحديد .. الخ .

وينبغي ألا يغيب عن الذهن أنه للوصول الى مستوى مناسب للبحث الجمرولوجي فمن الضروري الاثام بهذه الوسائل الثلاث جيدا وبممارسة وسائل الدراسة الميدانية أيضا . وغني عن الذكر ان الافادة بالوسائل الثلاث والدراسة الميدانية تبلغ قدرا طيبا بنمو الخلفية الخاصة بالدراسة الجمرولوجية . وذلك حتى يستطيع الباحث أن يصل الى التصنيف السليم والاحتمالات الأقرب الى الصحة من خلال هذه المجموعة الرئيسية من وسائل البحث الجمرولوجي .

وهكذا لا ينبغي أن يوجد اعتقاد بأن دراسة الوسائل الثلاث سابقة الذكر هي دراسة لذاتها ، بل هي للإفادة بها في البحث الجغرافي وخاصة الجمرولوجي . كما لا ينبغي أن يعتقد أن دراسة الخرائط الكنتورية والجيولوجية هي الدربة على التعبير والتلوين واستعمال أدوات الرسم بقدر ما هي الإفادة من تلك الوسائل في التوصل الى حقائق وإحتمالات جمرولوجية بوجه خاص .

وفضلا عن هذه العلاقة القوية والضرورية بين المناخ والخرائط من ناحية والجمرولوجية من ناحية أخرى هناك علاقة بين الجمرولوجية وعدد آخر من المقررات الجغرافية . فغني عن الذكر أنها ذات صلة مباشرة بالجغرافية الطبيعية العامة ، باعتبار الجمرولوجية أحد فروع الجغرافية الطبيعية ، وهي كذلك ذات صلة مباشرة بجغرافية أو جيولوجية الزمنين

الثالث والرابع خاصة . كما أن الجمرفلوجية ذات علاقة قوية بدراسات التربة التي يدرس مقرر عنها في بعض أقسام الجغرافية . ومما يذكر أن الاحصاء التي أدخلت حديثا الى كثير من أقسام الجغرافية توفر طرقا اضافية للباحث الجمرفلوجي ..الخ .

واذا اتفقنا على أنه ينبغي أن يكون هناك ما يعرف بالجرمرفلوجية التطبيقية فذلك مما يعضد صلة الجمرفلوجية بالجغرافية . ذلك أننا في هذه الحالة نكون بازاء موضوعات تتضح فيها الجمرفلوجية بصيغة جغرافية أكثر قوة .

٢- صلة الجمرفلوجية بالجيولوجية :

الصلة كبيرة بين الجمرفلوجية والجيولوجية ليس فقط بالنظر الى أن الجمرفلوجية تدرس في بعض الجامعات بأقسام الجيولوجية كمقرر مستقل . ولكن هناك من المقررات في الجيولوجية ما يغطي جزءا من الجمرفلوجية قد يكون كبيرا . فالجيولوجية الطبيعية physical geology تكاد تتناول ما تتناوله الجمرفلوجية بأكمله وفيما يلي موجز عن محتويات أحد الكتب في الجيولوجية الطبيعية ^(١) :
القسم الأول : ويضم فصلين أحدهما عن أبعاد الأرض ، والثاني عن عمر الأرض .

القسم الثاني : وهو بعنوان "العمليات الديناميكية الخارجية" وهو يختص بدراسة العوامل والعمليات الخارجية التي سبق التلميح اليها وفي مقدمتها عوامل وعمليات التعرية . ولتبين مقدار التشابه بين هذا القسم على وجه الخصوص وما نجده في كتب الجمرفلوجية يمكن أن نعطي العناوين الثانوية لهذا القسم كما وردت في ذلك الكتاب ، وهي :

- ١ - الغلاف الغازي .
- ٢ - التفكك والتحلل (التجوية) Weathering .
- ٣ - العمل الجيولوجي للرياح .
- ٤ - العمل الجيولوجي للمياه الجارية على السطح .
- ٥ - العمل الجيولوجي للمياه الجوفية .

(١) : " جيورسكوف " ، " وياكوشوفا " ، رقم ٧ .

- ٦ - العمل الجيولوجي للثلاجات .
 - ٧ - العمليات الجيولوجية في النطاق المتجمد من القشرة .
 - ٨ - العمل الجيولوجي للبحر .
 - ٩ - العمل الجيولوجي للبحيرات .
 - ١٠ - دور المستنقعات Swamps .
 - ١١ - بيئات الترسيب (السحنات) والصخور الرسوبية .
- وبطبيعة الحال يمكن استبدال كلمتي "العمل الجيولوجي" بكلمتي "العمل الجمرولوجي" دون ضرورة تغيير التفصيلات التي وردت في هذه المباحث .
- القسم الثالث : وهو بعنوان "العمليات الديناميكية الداخلية" . ويركز هذا القسم على ما يحدث من حركات تكتونية وطفوح بازلتية وعمليات التحول الصخري .
- وفضلا عن دراسة الجيولوجية الطبيعية ، أو الجيولوجية الطبيعية والتركيبية في أقسام الجيولوجية مما يغطي كثيرا من مجال الجمرولوجية هناك مقررات أخرى تفيد في التحليل الجمرولوجي . وليس من الضروري أن تكون كل هذه المقررات موجودة في جميع أقسام الجيولوجية على نحو ما سبق ذكره عن بعض التفاوت في المقررات الجغرافية . من أهم هذه المقررات كيمياء الصخور geochemistry ، الاستراتجرافيا أو علم الطبقات ، و جيولوجية الصور الجوية Air-photo geology والخريطة الجيولوجية وكل هذه الفروع والوسائل تتصل بالجرمولوجية كذلك .

٣- صلة الجمرولوجية بعلوم أخرى :

لا شك أن الجغرافية والجيولوجية هما أهم ما تتصل به الجمرولوجية كما تبين . ولكن هناك بضعة فروع من مجموعة العلوم الطبيعية مما له بعض الصلة بها . ونخص بالذكر هنا علم التربة pedology ، وعلم المياه hydrology .

ولتوضيح علاقة الجمرولوجية بالتربة يمكن القول بأن التربة في أي تعريف من تعريفاتها هي مفتتات صخرية منقولة أو محلية أو مختلطة .

ومن المعروف أن دراسة النحت والنقل والارساب هي من صميم الدراسة الجيومرفولوجية . وهكذا فهناك صلة واضحة بين دراسة خصائص التربة المنقولة وتوزيعها وبين الجيومرفولوجية . كذلك فإن التربة المحلية (الموضعية) هي نتائج عمليات التفكك والتحلل الصخري بصفة رئيسية وهذا هو الآخر من صميم الدراسة الجيومرفولوجية . كما أن التربة المختلطة قد لا توجد تفسيرات لاختلاطها الا على اساس جيومرفولوجية .

ويلاحظ أن علم التربة قد تطور كثيرا وخاصة فيما يتعلق بالمحتويات الكيماوية والمعدنية الى جانب الخواص الطبيعية التي تؤثر في النبات . ونتيجة لهذا التطور الكبير أصبحت دراسات التربة أكثر تفصيلا مما تستطيع أن تحتويه الجيومرفولوجية . الا أنه يمكن القول أنه يوجد هناك مجال للدراسات والفائدة المتبادلة بين علم التربة والجيومرفولوجية . فمثلا يمكن تحديد أصل التربة من حيث كونها محلية أو منقولة أو مختلطة في ضوء التحليلات المعدنية والكيماوية والمحتوى العضوي مقارنة بالصخر الأصلي في المنطقة . ومن ناحية أخرى فقد تبين الجيومرفولوجية مصدر التربة اذا كانت منقولة . ومن ناحية ثالثة فإن قطاع التربة لا يمكن تفسيره الا في ضوء الجانب التاريخي فيما يتعلق بالظروف الجيومرفولوجية القديمة ، وخاصة نوع العمليات الخارجية التي ارتبطت بظروف مناخية قديمة .

أما علم المياه فيهتم بصفة خاصة بدراسة الدورة المائية على الكرة الأرضية ، فيدخل في محتواه أشكال التساقط والمياه الجارية والمياه المتسربة والتبخر وكذلك المياه الجوفية ، ومن الواضح أن له صلة كبيرة بالجغرافية بوجه عام والجغرافية المناخية بوجه خاص ، كما أن له صلة بالجيولوجيا وكذلك بالجيومرفولوجيا . فالجريان السطحي والتسرب والمياه الجوفية من الموضوعات الهامة التي يتناولها كل من علم المياه والجيومرفولوجية .

فالواقع أن الجريان السطحي والمياه المتسربة هما عاملا تعرية ، وتتأثر طبيعة المياه الجارية مثلا بضوابط بعضها هيدرولوجية وأخرى جيومرفولوجية . من هذه الضوابط كمية التساقط ووقت استمراره والفاقد بالتبخر والتسرب . كذلك هناك تأثير درجة التقطع والانحدار ، ثم طبيعة

الصخر الأصلي والمفتتات السطحية مما يؤثر على شكل الجريان وقدرته على التعرية . أما المطر فهو أحد عوامل تشكيل السطح ولكنه لا يوصف عادة بأنه عامل تعرية رئيسي بل يدخل ضمن مجموعة عوامل التعرية الأولية .

وفي نهاية الكلام عن العلوم الأخرى المتصلة بالجمرفلوجية فمن المستحسن أن نشير الى الاستشعار من بعد remote sensing ومجموعة الأدوات الكمية (أدوات التحليل الكمي) .

فبالنسبة للاستشعار من بعد فهو علم حديث نسبيا يعني بتصوير سطح الأرض بالاشعاع الكهرومغناطيسي الذي يتضمن الضوء المرئي ، والأشعة تحت الحمراء ، وأشكال الضوء الأخرى الناتجة عن انتقال الطاقة في صورة موجات . وهناك بيانات مختلفة عن سطح الأرض آخذة في التراكم السريع وخاصة من خلال برنامج "لاندسات" ومن الصحيح أنه لا زالت هناك بعض الصعوبات في تحويل بيانات الاستشعار من بعد الى خرائط ومعلومات مصنفة تصنيفا جيدا ، الا أن هذه الوسيلة تبشر - بل أصبحت - من وسائل البحث الجمرفلوجي الهامة لكثير من الموضوعات . ففضلا عن تصحيح خرائط بعض المناطق التي مسحت من قبل مسحا عاما ، فهذه الوسيلة آخذة في اضافة بيانات جديدة الى هذه الخرائط . ومن بين هذه البيانات ما هو تفصيلي جدا عن بعض النقاط التي يخطط لدراستها ، مثل الارسابات السطحية والمياه الجوفية وغيرها .^(١)

أما مجموعة الأدوات الكمية التي أصبحت على صلة بالجمرفلوجية أكثر من ذي قبل فأهمها الأدوات الاحصائية (الطرق الاحصائية) المعروفة والأدوات الرياضية والهندسية التي تشكل في مجموعها ما يستخدم في الدراسات المرفومترية . ويقصد بالدراسات المرفومترية في الجمرفلوجية كل الدراسات القائمة على القياس مع التحليل والتعبير الرقمي احصائيا أو حسابيا وغير ذلك . وتعتبر هذه الوسائل ذات فائدة مرموقة في دراسة بعض الجوانب وخاصة الشكل form وكذلك بعض خصائص العوامل والعمليات الراهنة ، الا أنها قليلة الفائدة نسبيا في

(١) انظر اهم المجالات التي يمكن الاستعانة فيها بالاستشعار من بعد ، مثلا في " شورت " وآخرين ، رقم ١٠ ، ص ٤ .

دراسة البنية وفي دراسة التطور الجيومورفولوجي .
ومن الجدير بالذكر أنه لا زالت هناك بعض المناقشات التي تدور
أحيانا حول مدى امكانية وصلاحيه اتباع هذه الوسائل في الجيومورفولوجية .
والواقع أن هناك كثيرا من النقاط التي لا يمكن اخضاعها بأي حال
للولوسائل الكمية على حين أن هناك نقاط يمكن فيها اتباع تلك الوسائل .
كما أن بعض الجغرافيين يعتقدون أن اتباع الوسائل الكمية أكثر سهولة
ومناسبة للجغرافية الطبيعية منه بالنسبة للجغرافية البشرية
والاقتصادية . الا أن الخبرة تشير الى أنه باستثناء الجغرافية المناخية
فإن اتباع الوسائل الكمية في الجغرافية الطبيعية ربما يكون أكثر صعوبة
بوجه عام منه بالنسبة للجغرافية البشرية والاقتصادية .
فمثلا قطعة الصخر لا تتكون من معدن واحد الا فيما ندر ، ولا
تتساوى قطعتان من الصخر ليثولوجيا ، كما أن المجرى النهري الواحد
تختلف فيه ظروف النحت أو النقل أو الارساب بين متر وآخر . على حين
أن التطورات السابقة في أشكال السطح من الأصوب أن نعتبرها تقديرات
لا أكثر ، أو تقديرات كمية اذا كان من الضروري اتباع بعض الوسائل
الكمية المناسبة في هذا الجانب من الدراسة .

المراجع

أولاً : المراجع العربية

- ١- جاد ، طه محمد ، ١٩٧٨ . تحليل الخريطة الكنتورية باهتمام جمرقولوجي ، (الانجلو المصرية) القاهرة .
- ٢- جاد ، طه محمد ، ١٩٧٤ . منخفض الداخلة - دراسة جمرقولوجية ، رسالة دكتوراه (أوصى بنشرها) ، آداب عين شمس ، القاهرة .
- ٣- شاهين ، علي عبد الوهاب ، ١٩٧٨ . مقالات في الجيومورفولوجيا . (دار النهضة العربية) بيروت .

ثانياً : المراجع الأجنبية

4. Birot., 1960. Le Cycle d'Erosion sous les different Climats. Centro de pesquisas de geographia de Brazil, Faculdade Nacional de Filosofia, University of Brazil: Translation into English by C.I. Jackson and K.M. Clayton, Batsford, London, 1969.
5. Bradshaw, M.J., Abbott, A.J. & Gelthsthorpe A.p., 1968. The Earth's changing surface. (Hodder & Stoughton) London.
6. Clowes, A. & Comfort, P., 1982. process and Landform: Conceptual Framework in geography. (Olivier & Boyd) Edinburgh.
7. Gorsgov, G. & Yakashuva, A., 1972. Physical Geology. Translated from Russian by A. Gurevich (Mir Pulishers), Moscow.
8. I.B.G., 1971. Slope Form and processes, Special publication no. 3.
9. King, L.C., 1967. The Morphology of the Earth, (Oliver & Boyd) London.
10. Short, N.M., Lowman, P.D. & Freden, S.C., 1976. Mission to Earth: Landsat Views in the World, Washington.
11. Sparks, B.W., 1962. Geomorphology. (Longmans) London.
12. Thornbury, W.D., 1969 Principles of Geomorphology (John Wiley) N.Y.
13. Twidale, C.R., 1976. Analysis of Landforms. (John Wiley & Sons), Sydney.
14. Walling, D.E., & A.H.A. Kleo, 1979. Siment yields of rivers in areas of low precipitation: a global view, proceedings of the Canberra Symposium, pub. no. 128, pp. 479-93.